

גוף הדו"ח

מבוא

מחלת הנבילה האיטית בתפוא"ד, הנגרמת ע"י החיידק *Dickeya solani*, גורמת בשנים האחרונות לנזק כלכלי כבד למגדלים, הן לתוצרת החקלאית המיועדת ליצוא והן לייצור זרעים לסתיו. זהו מין חדש, בעל טמפרטורת גידול אופטימאלית גבוהה מזו של *D. dianthicola*. התפרצות המחלה בישראל מדאיגה במיוחד עקב תנאי האקלים החמים השוררים בארץ בעונת הגידול האביבית העלולים לעודד את המחלה ובכך לפגוע באופן ישיר בגידול, ביבול ובאיכות הפקעות. בנוסף, מכיוון שלחיידק טווח פונדקאים רחב, הוא עלול להתפשט ולגרום לנזק בגידולים נוספים כגון עגבנייה, גזר, צנונית, תירס ומגוון צמחי נוי (OEPP/EPPO, 1982). התסמין האפייני של המחלה בתפוא"ד בישראל הינו נבילת העלים העליונים המתפשטת לעלים התחתונים. תסמין 'רגל שחורה' מופיע לעתים קרובות בהמשך העונה. בסופו של דבר, הצמח מתייבש ופקעת האם נרקבת. כאשר רמת האילוח גבוהה גם פקעות הבת נרקבות. חומרת הסימפטומים תלויה ברמת המדבק ההתחלתית, ברגישות הזן ובתנאי הסביבה. המקור העיקרי להדבקה והפצה של החיידק הינן פקעות זריעה נגועות. לפיכך ייצור אצוות נקיות מגורם המחלה, הינו האמצעי העיקרי למניעת הפצה והתבססות של הפתוגן בארץ. שיפור הפרוטוקול הקיים עשוי להגדיל את סיכויי גילוי הנגיעות הסמויה באצוות הזרעים המיובאות מאירופה בכל שנה לעונת האביב.

מטרת המחקר הכללית: איפיון אוכלוסיית הפתוגן בארץ והדרכים להתמודדות עם המחלה.

המטרות הספציפיות:

1. שיפור הפרוטוקול הקיים לאבחון נגיעות סמויה בפקעות זריעה.
2. בחינת הישרדותו של החיידק בשאריות צמחים, בקרקע, באחסון, ועל גבי עשבים וצמחי ספח.
3. בחינת טיפולי קרקע להפחתת המידבק הפוטנציאלי בקרקע.
4. בחינת רגישות זנים ולימוד סף האילוח בזרעים הגורם להופעת מחלה בשדה.
5. אפיון אוכלוסיית החיידק באמצעות מבחני אלימות, מבחנים ביוכימיים ושיטות מולקולריות.

תוצאות עיקריות שהתקבלו בשנה ראשונה של המחקר:

שיפור הפרוטוקול: הגדלה של מספר תת-החזרות (במדגם בן 200 פקעות) ל- 8 (25 פקעות בתת-חזרה) במקום 4 (50 פקעות בתת-חזרה), מאפשרת דירוג יחסי של חומרת הנגיעות של אצווה נתונה. בנוסף, נמצא כי נגיעות דיקיאה באזור הסטולון (הרקמה הנבדקת) היתה גבוהה ומובהקת בהשוואה לנגיעות בעיניים. כמו כן, התחלנו בהתאמה ואופטימיזציה של שיטת ה- real-time PCR (RT-PCR).

אפיון תבדידי *Dickeya* שבודדו מפקעות זריעה מיבוא, צמחים ופקעות בת של תפוא"ד שגודלו בארץ, באביב ובסתיו, נעשה במבחנים ביוכימיים ובשיטת (Pulse field gel electrophoresis (PFGE). מתוך 34 תבדידים שבודדו מזרעי יבוא או אוכלוסיית התבדידים נמצאה הומוגנית (קלונאלית). מתוך 2 תבדידים שבודדו מזרעי יבוא או צמחים שגדלו מזרעי יבוא, 32 הוגדרו כ- *D. solani* ורק 2 אופינו כ- *D. dianthicola*. במבחנים

הביוכימיים נמצא כי כל תבדידי *D. solani* היו מטיפוס 3 Biovar. בניתוח PFGE נמצא כי תבדידי *D. solani* היו קרובים ביותר למין *D. dieffenbachiae*.

תוצאות עיקריות שהתקבלו בשנה השניה של המחקר:

שיפור הפרוטוקול: הגדלת מספר הפקעות במדגם מ-200 ל-300 ומספר תת-חזרות מ-4 ל-6 (50 פקעות בתת-חזרה) העלו במקצת את סיכויי גילוי הנגיעות הסמויה של דיקאה באצוות, כמו גם את הדירוג יחסי של חומרת הנגיעות באצווה נתונה. בנוסף, המשכנו בהתאמה ואופטימיזציה של שיטת ה- real-time PCR (RT-PCR), מצאנו כי שיטה זו רגישה יותר; נתגלו שתי אצוות חיוביות אשר היו שליליות ב-PCR קונבנציונלי.

הישרדות החיידק: החיידק שורד לפרק זמן קצר בקרקע או בשיירי צמחים. ההישרדות נבדקה בשיירי צמחים בקרקע חול ובקרקע לס. חיידקי דיקאה ופקטובקטריום שרדו באדמת לס זמן ארוך יותר מאשר בקרקע החולית. בקרקע לס שרדו כ-100 חיידקים לגר רקמה לאחר כ-80 ימים מהצנעת שיירי צמחים, בעוד שבחול שרדו 100 חיידקים לגר קרקע לאחר 33 ימים.

אפיון תבדידי *Dickeya* שבודדו מפקעות זריעה מיבוא, צמחים ופקעות בת של תפוא"ד שגודלו בארץ, באביב ובסתיו, נעשה במבחני פתוגניות ופעילות פקטוליטית. כל תבדידי הדיקאה שנבדקו גרמו למצרציה (ריכוך) של הפקעות ויצרו הילה על מצע PAM. תבדידי '*D. solani*' ו-*D. dadantii* subsp. *Dieffenbachiae* הראו את הפעילות הגבוהה ביותר בעוד ש-*D. dianthicola* הראו את הפעילות הנמוכה ביותר. בין 33 תבדידי '*D. solani*' שנבדקו התקבלה שונות בכושר המצרציה.

פירוט עיקרי העבודה בשנה השלישית:

המשימות: המשך שיפור הפרוטוקול הקיים לאבחון נגיעות סמויה בפקעות זריעה ואופטימיזציה של שיטת ה- real-time PCR (RT-PCR); בדיקת רגישות זני תפוא"ד לדיקאה סולני; קביעת רמת הביטוי של הגנים *pel1* ו-*dspE1* בפקעות ובצמחי תפוא"ד.

1. שיפור הפרוטוקול לאבחון נגיעות סמויה בפקעות הזריעה

באביב 2013 הפרוטוקול שפיתחנו בשנות המחקר הראשונות נבחן שוב ב-43 אצוות זרעי יבוא שמקורן מהולנד (36 לוטים), צרפת (2) וגרמניה (5). לאחר הדגרה במצע העשרה במשך 48 שעות נעשתה אנליזה לגילוי נגיעות בחיידק ב-PCR וב-RT-PCR. השתמשנו בפריימרים המאפשרים זיהוי ברמת הסוג *Dickeya* spp. ופריימרים ספציפיים המאפשרים זיהוי ברמת המין *D. solani*. מעקב והערכת נגיעות בחלקות המסחריות נעשו בשת"פ עם השירותים להגה"צ (ראול קליינרמן) והמגדלים. הפרוטוקול שפותח על ידינו מתבסס על מדגם של 300 פקעות המחולק ל-6 תת-חזרות (50 בכל חזרה). אצווה נחשבה כנגועה בחיידק גם אם רק חזרה אחת בלבד (מתוך השש) הייתה חיובית ב-PCR או ב- real-time PCR (RT-PCR). ניתן דגש להכנסת שיטת ה-RT-PCR שהינה רגישה יותר. באנליזות

RT-PCR נמצאו באצוות שמקורן בהולנד, 20 אצוות שליליות לחיידק (טבלה 1). מתוך 5 אצוות מגרמניה, 3 היו שליליות ומשתי אצוות מצרפת רק אחת נמצאה נגועה (טבלה 1). שיעור המקרים בהם התקבלה תוצאה שלילית במעבדה אך הופיעה נגיעות בשדה (false negative) ב-PCR היה 13.9% (טבלה 2) (בדומה לנתון שהתקבל בשנה שעברה 13.6%) וב RT-PCR היה רק 7.0% - עובדה המצביעה אכן על רגישות גבוהה יותר של שיטה זו.

טבלה 1 : הקשר בין בדיקות המעבדה לבין הופעת המחלה בשדה באנליזות RT-PCR – אצוות מסחריות

[שיעור ממוצע של צמחים נגועים בשדה (+ תוצאה חיובית, - תוצאה שלילית)]

מקור	+Lab + Field	-Lab - Field	+Lab - Field	-Lab + Field	מספר האצוות
הולנד	10 27.7%	20 55.6%	3 8.3%	3 8.3%	36
גרמניה	1 20.0%	3 60.0%	1 20.0%	0 0.0%	5
צרפת	0 0.0%	1 50.0%	1 50.0%	0 0.0%	2
סה"כ	11 25.6%	24 55.8%	5 11.6%	3 7.0%	43

טבלה 2 : הקשר בין בדיקות המעבדה לבין הופעת המחלה בשדה בהשוואת שתי שיטות הבדיקה

שיטה	+Lab + Field	-Lab - Field	+Lab - Field	-Lab + Field	מספר האצוות
PCR	8 18.6%	24 55.8%	5 11.6%	6 13.9%	43
RTPCR	11 25.6%	24 55.8%	5 11.6%	3 7.0%	43

טבלה 3: נגיעות בזרעים אצוות מסחריות

<i>D. solani</i>		<i>Dickeya spp</i>				
מספר חיידקים לפקעת לאחר העשרה	RT-PCR	מספר חיידקים לפקעת לאחר העשרה	RT-PCR (0-4)*	PCR (0-4)*	ארץ מוצא	זן
2.6E+05	חיובי	1.0E+06	4.0	2.2	גרמניה	מרבל
	שלילי	1.4E+03	3.5	0.4	גרמניה	ג'לי
4.5E+04	חיובי	8.4E+04	4.0	0.4	הולנד	מניטו
6.9E+05	חיובי	1.0E+06	4.0	2.2	הולנד	מוצארט
1.3E+04	חיובי	2.2E+04	4.0	0.4	?	ניקולה
	שלילי	7.6E+05	4.0	0.8	הולנד	דיטה
6.8E+05	חיובי	7.7E+05	3.5	0.4	הולנד	ניקולה
5.5E+03	חיובי	2.3E+04	3.5	0.4	הולנד	סיפרה
2.8E+05	חיובי	2.6E+03	1.4	0.4	צרפת	רוזנה
	שלילי	2.7E+03	4.0	0.4	הולנד	מוצארט
5.0E+04	חיובי	1.1E+05	2.2	0.4	הולנד	סיפרה

* - אינדקס נגיעות הנקבע עפ"י מס חזרות נגועות מסך כל החזרות למדגם.

מתוך 11 אצוות שהיו חיוביות ל-*Dickeya spp*, 8 היו חיוביות ל-*D. solani* (טבלה 3). גם אינדקס הנגיעות, המבטא את שיעור החזרות הנגועות באצווה היה גבוה יותר ב RT-PCR יחסית ל-PCR עובדה המצביעה שוב על רגישות גבוהה יותר. לא היו הבדלים ברמת החיידקים בפקעות לאחר העשרה. כביקורת שלילית בשתי השיטות נעשה שימוש באצווה מהזן אליאנס מעונת 2011\12 שהיה שלילי.

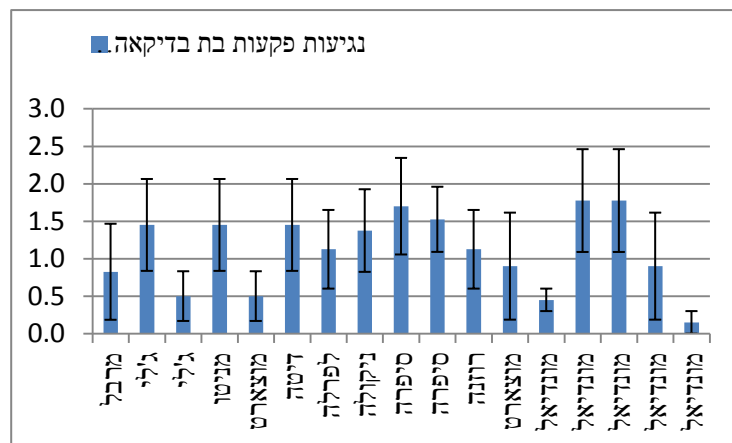
בנוסף לבדיקת המתאם בין בדיקות המעבדה למופע מחלה בשדות מסחריים ערכנו בגילת ניסוי בו נזרעו מדגמים מ-17 אצוות זרעי יבוא. הניסוי הוצב במתכונת בלוקים באקראי, ארבע חזרות. כל חזרה בגודל של ערוגה לאורך 10 מטר (400 פקעות לאצווה). בניסוי נערך מעקב אחר הופעת המחלה, נדגמו צמחים מהשדה וכן נבדקה הנגיעות בפקעות הבת (המיועדות לזריעת סתיו-חורף). הזנים שנכללו בניסוי: ג'לי (2 אצוות), דיטה לפרלה, מונדיאל (5 אצוות), מוצארט (2 אצוות), מניטו, מרבל, ניקולה סיפרה (2 אצוות), ורוזנה.

שיעור המקרים בהם התקבלה תוצאה שלילית במעבדה אך היתה נגיעות בשדה (false negative) היה 23.5% (טבלה 4). פקעות הבת בכל האצוות שנבדקו היו נגועות בדיקאה (טבלה 4, איור 1 ו 2) עובדה המצביעה על פוטנציאל הדבקה של צמחים ופקעות בשדה, כנראה הדבקות משניות העלולות לחול בשדה בתנאים של רטיבות גבוהה וטמפרטורה מתאימה בחלקות קטנות.

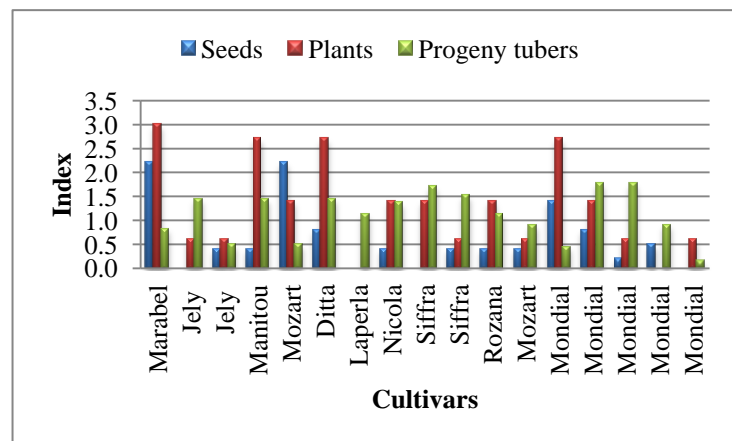
טבלה 4: הקשר בין בדיקות המעבדה לבין הופעת המחלה בשדה – אצוות לתצפית בגילת
 [שיעור ממוצע של צמחים נגועים בשדה (+ תוצאה חיובית, - תוצאה שלילית)]

מקור	+Lab	-Lab	+Lab	-Lab	מספר האצוות
	+ Field	- Field	- Field	+ Field	
קשר בין נגיעות זרעים לבין מחלה בצמחים בחלקות קטנות תצפית	12 70.6%	0 0.0%	1 5.9%	4 23.5%	17
קשר בין נגיעות זרעים לבין מחלה בפקעות בת בחלקות קטנות תצפית	13 76.5%	0 0.0%	0 0.0%	4 23.5%	17

איור 1: נגיעות דיקאה בפקעות בת, חלקת תצפית



איור 2: הקשר בין נגיעות זרעים לבין מחלה בצמחים ופקעות בת. (חלקת תצפית)



2. רגישות זני תפוא"ד לתבדידי דיקאה סולני בתנאי אקלים חם (כמו אזור הנגב בישראל)

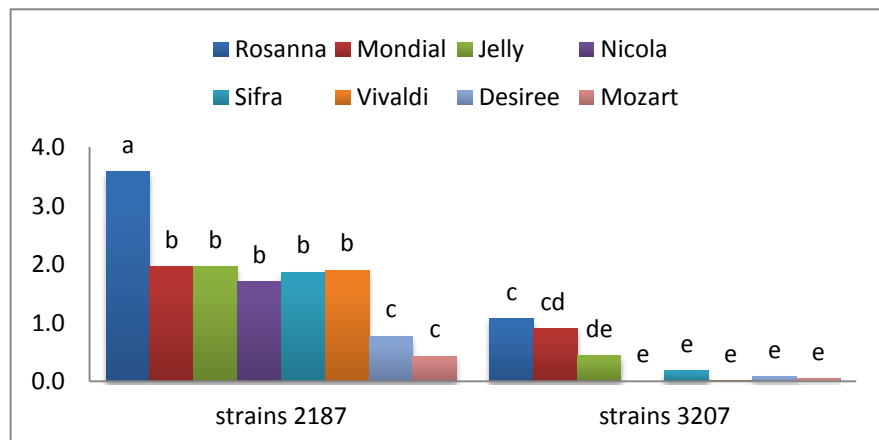
רגישות של זני תפוא"ד לדיקאה סולני נבחנה במבחני ריכוך (מצרציה) של רקמת פקעת תפוא"ד, בשמונה זנים: רוזנה, מונדיאל, גלי, ניקולה, ויואלדי סיפרה, דזירה ומוצרט.

הפקעות הודבקו בשני תבדידים של דיקאה סולני : 2187 שבודד מצמחים בארץ ותבדיד 3207 שבודד מזרעי יבוא מהולנד. במבחנים אלו נבחנה גם רמת האלימות והפעילות הפקטוליטית של התבדידים הנבחרים. מבחנים אלו בוצעו בשמונה הזנים.

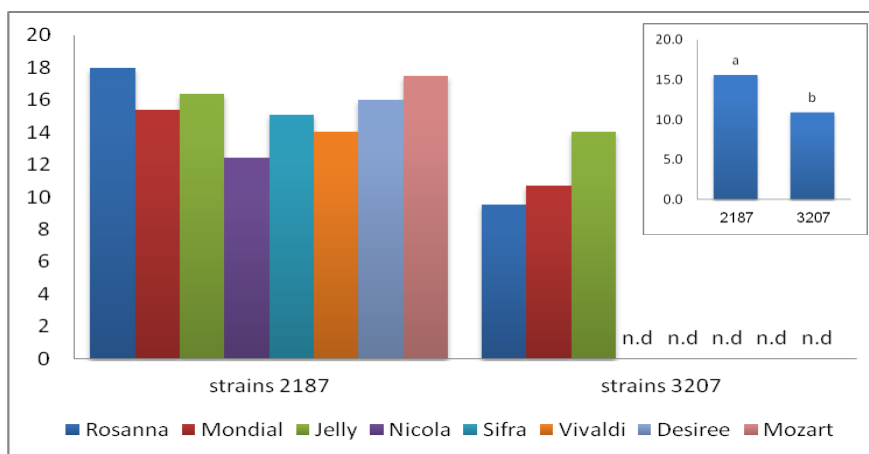
פקעות בגודל דומה נשטפו, חוטאו ב- 0.3% NaClO למשך 10 דקות והונחו לייבוש באוויר במנדף. בכל פקעת נעשה חור באמצעות טיפ סטרילי ו-10 μ l מתרחיף כל חיידק בריכוז של 10^9 CFU/ml, הוזרקו לפצע. לפקעות הביקורת הוזרקו 10 μ l מים סטרילים. הפקעות הודגרו בתא לח בטמפרטורות של 15°C ו- 30°C . בכל זן ובכל טמפרטורה הודבקו 8 פקעות. לאחר 48 שעות הדגרה, הפקעות נחתכו בנקודת ההדבקה והרקמה הנקרוטית המרוככת, גורדה מהפקעת ונשקלה. הרקמה המרוככת מכל החזרות של כל זן, נאספה אל מבחנה סטרילית בנפח 50 מ"ל ונשמרה בקרח להמשך ביצוע אנליזת פעילות האנזים Pectate Lyase. שלושה מבחנים בלתי תלויים בוצעו עבור כל זן. לא נצפתה כל פעילות פקטוליטית בשני התבדידים בכל הזנים בטמפרטורה של 15°C . לעומת זאת, בטמפרטורה הגבוהה (33°C) התקבלה פעילות פקטוליטית בשני התבדידים והיא היתה גבוהה באופן מובהק בתבדיד 2187 שבודד מצמחים שגדלו בישראל בהשוואה לתבדיד 3207 שבודד מזרעי יבוא מהולנד (איור 3). תופעה זו נצפתה בכל שמונה הזנים שנבדקו. פעילות פקטוליטית גבוהה התקבלה בזנים רוזנה, מונדיאל, גילי, ניקולה, ויואלדי וסיפרה. הפעילות הפקטוליטית הנמוכה ביותר היתה בזנים דזירה ומוצרט.

הערכת פעילות האנזים Pectate Lyase (PL) (50 μ g חלבון לחזרה) נעשתה בשיטת "הילה על מצע PAM". פעילות PL היתה גבוהה באופן מובהק עם תבדיד 2187 שמקורו בישראל בהשוואה לתבדיד 3207 שמקורו מהולנד, ללא הבדלים בין הזנים (איור 4).

איור 3: רגישות זני תפוא"ד לדיקאה סולני : מבחן מצרציה של פקעות (משקל הרקמה, גר')



איור 4: רגישות זני תפוא"ד לדיקאה סולני: פעילות האנזים Pectate Lyase (קוטר הילה במ"מ במצע PAM)

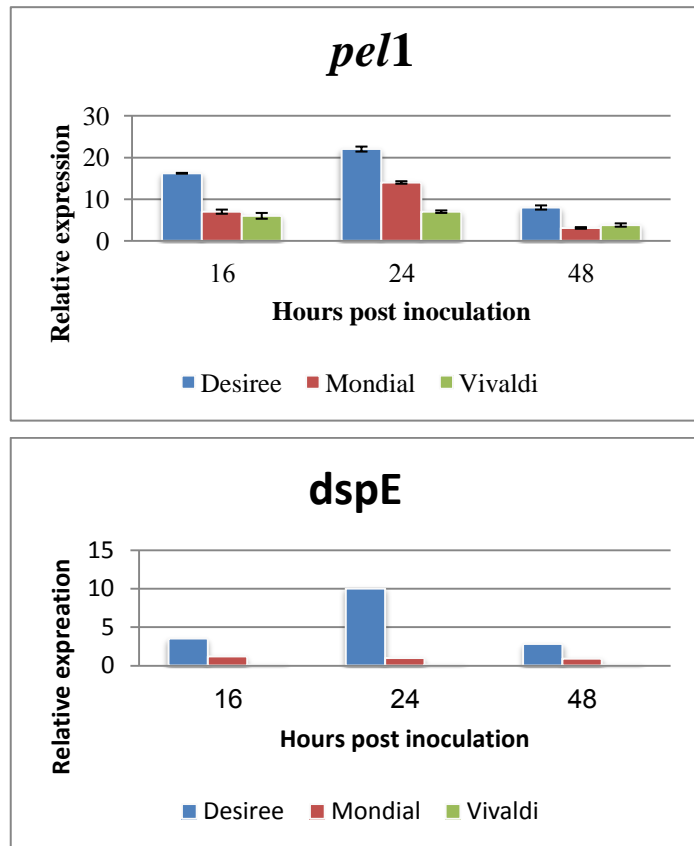


3. השפעת הטמפרטורה על התבטאות גנים לפתוגניות בתבדידים בעלי עוצמת אלימות שונה
3.1. רמת הביטוי של *pel1* (המקודד לפקטט ליאז) ו-*dspE* (המקודד לאפקטור מסוג III) בצמחי תפוא"ד

שתילי תפוחי אדמה גודלו בטמפי של 30°C . בגיל 4 עלים בפריסה מלאה הצמחים אולחו בחיק העלה ע"י דקירה והנחת 10 מיקרוליטר של תרחיף המכיל 10^8 חיידקים למ"ל של התבדידים שתוארו לעיל. לאחר האילוח הצמחים גודלו בשתי טמפי 15°C ו 30°C . ביטוי גנים לאלימות בשלבים הראשונים של המחלה (16, 24 ו 48 שעות) נעשה באמצעות qRT-PCR לאחר הפקת RNA מהצמחים המאולחים וביצוע הראקציה עם פריימרים ספציפיים.

רמת הביטוי של שני הגנים בצמחים המאולחים בתבדיד 2187 (האליים יותר) התבטאה רק בצמחים שגדלו בטמפי של 30°C (איור 5). רמת הביטוי של *pelL* היתה גבוהה יחסית ל-*dspE* (איור 5). רמת הביטוי של שני הגנים היתה הגבוהה ביותר 24 שעות לאחר האילוח (איור 5). בזן דזירה התקבלה רמת הביטוי הגבוהה ביותר של שני הגנים בהשוואה לזנים מונדיאל וויואלדי.

איור 5: רמת הביטוי של הגנים *pel1* ו-*dspE* בצמחי תפוא"ד (בטמפ' של 30 מ"צ)

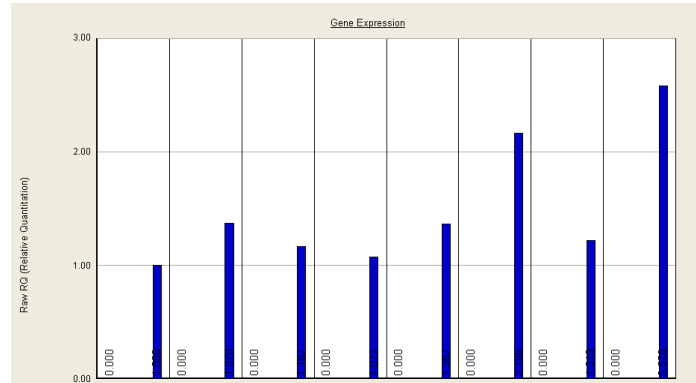


3.2. רמת הביטוי של הגנים *pel1* ו-*dspE* בפקעות תפוא"ד

רמת הביטוי של שני הגנים נבחנה בשמונה זני תפוא"ד: רוזנה, מונדיאל, גילי, ניקולה, ויואלדי סיפרה, דזירה ומוצרט לאחר הפקת RNA מהרקמה המרוככת מכל החזרות של כל זן. רמת הביטוי של הגנים בתבדיד 3207 היתה נמוכה מאוד לעומת התבדיד 2187 (תוצאות לא מוצגות). שני הגנים התבטאו ברמה גבוהה בזן דזירה (איור 6). ביטוי הגן *dspE* היה גבוה משמעותית לעומת הגן *pel1* בפקעות לעומת צמחי תפוא"ד (איורים 5 ו-6).

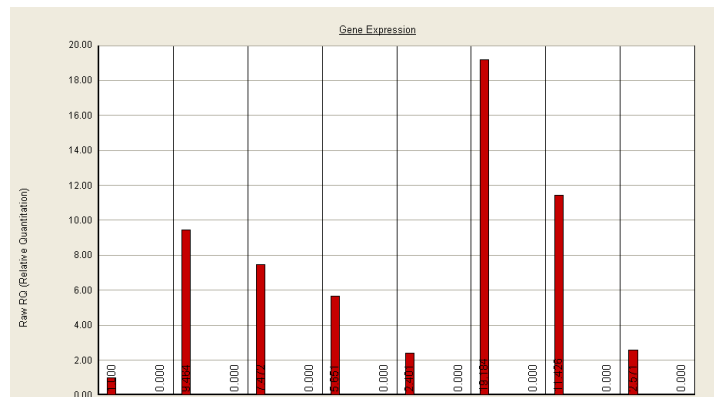
איור 6 - רמת הביטוי של הגנים *pel1* ו-*dspE* בפקעות תפוא"ד

pel1 עם תבדיד 2187



Rosanna Sifra Mozart Mondial
Vivaldi Desiree Jelly Nicola

dspE



Rosanna Sifra Mozart Mondial
Vivaldi Desiree Jelly Nicola

סיכום

הצגת הבעיה: פקעות זריעה הן המקור להדבקה והפצה של דיקיאה, ולפיכך נדרש ניטור באצוות. **שיטות:** אפיון האוכלוסיה וגילוי נגיעות סמויה בחיידק נבדקים בשיטות מיקרוביולוגיות ומולקולאריות.

תוצאות עיקריות:

פיתוח פרוטוקול לניטור נגיעות סמויה בחיידק בזרעים. פותח פרוטוקול רגיש יותר מבוסס real-time PCR (RT-PCR) בהשוואה ל-PCR קונבנציונלי. הגדלת המדגם ל-300 פקעות ומספר תת-חזרות שיפרו את סיכויי הגילוי. ההסתברות לגילוי נגיעות דיקיאה בזרעים היא כ-85% במדגם של 200 פקעות.

אפיון תבדידי *Dickeya*: שבוצע במספר שיטות מולקולאריות מצביע על כך שאוכלוסית התבדידים הינה הומוגנית (קלונאלית) - מרביתם *D. solani*. ממצאים דומים התקבלו במדינות שונות באירופה. **נגיעות בשדה:** נמצא קשר ישיר בין נגיעות הזרעים לנגיעות צמחים בשדה ופקעות הבת. החיידק המגיע בפקעות זריעה מיובאות עלול לעבור לפקעות שישמשו לזריעה בעונת החורף ולכן חשוב גם ניטור של אצוות המיוצרות בארץ.

הישרדות החיידק: החיידק אינו שורד בקרקע ובשיירי צמחים לזמן קצר (רק 115 ימים ובאדמת לס לזמן ארוך יותר בהשוואה לחול), לכן אין צורך בחיטויי קרקע לאחר הימצאות החיידק בשדה נתון. הסכנה טמונה בהישרדות החיידק בעשבייה, שכן מצאנו נגיעות סמויה בגומא הפקעים בחלקה נגועה. בבדיקת צמחי ספיח בחלקות שהיתה בהן המחלה שנה לאחר הגידול, לא נמצא החיידק בעשרות מדגמי צמחים. כמו כן מצאנו כי חיוניות חיידקי דיקאה לא נפגעה במהלך האחסון. **רגישות זנים:** הזנים נבדלים ברגישותם לפתוגן, בדומה לממצאים בשדה. באילוח פקעות בזנים שונים בתבדידי *D. solani* שונים נמצא כי הפעילות הפקטוליטית באה לידי ביטוי בטמפ' של 33°C , בעוד שלא היתה כל פעילות ב- 15°C . כמו כן, נמצאו הבדלים משמעותיים בין התבדידים, כאשר תבדידים שבודדו מצמחים שגדלו בתנאים חמים (ישראל) היו אגרסיביים יותר מאשר תבדידים שמקורם מזרעי יבוא מהולנד (אקלים ממוזג). פעילות פקטוליטית הגבוהה ביותר במבחן מעבדה הושגה עם הזנים רוזנה, מונדיאל, ג'לי, ניקולה, ויואלדי, סיפרה, דזירה ומוצרט. לעומת זאת, בשדה הזנים מונדיאל וסיפרה הם הרגישים ביותר.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: מומלץ לבדוק את האצוות המגיעות לישראל על פי הפרוטוקול שפותח, עם סיכויי גילוי של 85% במדגם של 200 פקעות. כמו כן, הימנעות מזריעה של זנים רגישים כגון סיפרה ומונדיאל, הינה פתרון יעיל אם כי לא תמיד ניתן ליישום בגלל דרישות השוק.

רשימה מלאה של הפרסומים המדעיים

- צרור, ל., ארליך, א., חזנובסקי, מ., בן-דניאל, ב.ח., לביוש, ש., וזיג, א. (2011). זיהוי נגיעות סמויה ב-*Dickeya* spp. בפקעות זריעה של תפוחי-אדמה באמצעות אנליזה מולקולארית והקשר למופע המחלה בשדה. שדה וירק 235:37-40.
- צרור, ל., לביוש, ש., ארליך, א., בן-דניאל, ב.ח., חזנובסקי, מ., אהרון, מ., וזיג, א. (2012). פיתוח שיטה לבדיקת *Dickeya solani* בפקעות זריעה של תפוחי-אדמה והקשר עם מופע המחלה בשדה. שדה וירק 247:43-45.
- לאה צרור, שרה לביוש, אורלי ארליך, מרינה חזנובסקי, קריסטינה טוברזוב, מנשה אהרון, אורי זיג (2013). אבחון דיקיאה בפקעות להבטחת חומר ריבוי נקי. שדה וירק. 38-40 : 259.
- van der Wolf, J.M., Nijhuis, E.H., Kowaleska, M.J., Saddler, G.S., Parkinson, N., Elphinstone, J.G., Pritchard, L., Toth, I.K., Lojkowska, E., Potrykus, M., Waleron, M., De vos, P., Cleenwerck, I., Pirhonen, M., Garland, L., Helias, V., Pothier, J.F., Duffy, B., Pflüger, V., Tsrer, L. and Manulis, S. (2014). *Dickeya solani* sp. nov., a pectinolytic plant pathogenic bacterium isolated from potato (*Solanum tuberosum*). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 64, 768–774
- L. Tsrer (Lahkim), B. Ben-Daniel, L. Chalupowicz, J. van der Wolf, S. Lebiush O. Erlich, O. Dror, V. Barel, E. Nijhuis and S. Manulis-Sasson. (2013). Characterization of *Dickeya* strains isolated from potato grown under hot-climate conditions. Plant Pathology. 62, 1097–1105.
- Lebiush, S., Manulis-Sasson, S., Erlich, O., Chalupowicz, L., Hazanovsky, M., and Tsrer, L. (2013) Virulence of *Dickeya solani* strains from Israel compared with strains from Europe on different potato cultivars. In: Proceedings of the EAPR Pathology Section Meeting. Jerusalem, Israel.
- Tsrer (Lahkim) L., Erlich O, Hazanovsky M, Ben Daniel B, Zig U and Lebiush S. (2012). Detection of *Dickeya* spp. latent infection in potato seed tubers using PCR or ELISA and correlation with disease incidence in commercial field crops under hot-climate conditions. *Plant Pathology* 61:161-168.
- Toth, I.K., van Der Wolf, J.M., Saddler, G., Lojkowska, E., Hélias, V., Pirhonen, M., Tsrer (Lahkim), L., and Elphinstone, J.G. (2011). Review: *Dickeya* species: An emerging problem for potato production in Europe. *Plant Pathology* 60:385-399

סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
1. שיפור הפרוטוקול הקיים לאבחון נגיעות סמויה בפקעות זריעה.
2. רגישות זני תפוא"ד לדיקאה סולני בתנאי אקלים חם.
עיקרי התוצאות.
הגברת רגישות הבדיקה ע"י שימוש ב- RT-PCR.
זני תפוא"ד הגדלים באקלים חם מציגים רגישות שונה לדיקאה סולני. תבדידים של דיקאה סולני שבודדו בארץ אלימים יותר מתבדידים שבודדו מזרעי תפוא"ד מיובאים מאירופה.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?
חיידיקי <i>Dickeya solani</i> המבודדים בארץ מקורם מאירופה, אולם אלימות החיידק מושפעת מהתנאים בהם גדלים הצמחים. לזנים השונים ישנה רגישות שונה לחיידק.
הפרוטוקול לגילוי נגיעות סמויה משתפר בעיקר ע"י בדיקה בשיטת RT-PCR והגדלת המדגם של הפקעות הנבדקות מטרות המחקר לתקופת הדו"ח הושגו.
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר
יש להמשיך במחקר בכדי להבין את המשמעות בשוני באגרסיביות של תבדידים מאזור גידול חם.
קשרי הגומלין בין דיקאה לפתוגנים אחרים חשוב גם כן.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטוט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי;
ימי עיון למגדלי תפוא"ד. הרצאות ממוקדות למגדלים באזורים ארגונים מסוימים. פרסומים בעיתון מקצועי בינלאומי
Tsrer (Lahkim) L., Erlich O, Hazanovsky M, Ben Daniel B, Zig U and Lebiush S. (2012). Detection of <i>Dickeya</i> spp. latent infection in potato seed tubers using PCR or ELISA and correlation with disease incidence in commercial field crops under hot-climate conditions. <i>Plant Pathology</i> 61:161-
ובעיתון שדה ומשק
לאה צרור, אורלי ארליך, מרינה חזנובסקי, בת-חן בן דניאל, שרה לביוש, אורי זיג. 2011. זיהוי נגיעות סמויה ב- בפקעות זריעה של תפוח-אדמה באמצעות אנליזה מולקולארית והקשר למופע המחלה בשדה.. שדה וירק, אוגוסט 2011, עמ' 37-40
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
<חסוי – לא לפרסום: יש לצרף אישור ומידע ממוסד המחקר – לא לפרסום, עד אשר ייבדקו שנית היבטים שונים.
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן*